

Markku Syväoja

SÄHKÖTEKNIIKAN OPETUSYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2015

SÄHKÖTEKNIIKAN OPETUSYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN

Syväoja, Markku
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2015
Ohjaaja: Tuomela, Jorma
Sivumäärä: 34
Liitteitä:

Asiasanat: laboratoriot, uudistukset, ehdotukset

Opinnäytetyössä etsittiin kehityskohteita Satakunnan ammattikorkeakoulun sähkölaboratorioon. Satakunnan ammattikorkeakoulu muuttaa uuteen osoitteeseen lähitulevaisuudessa, joten nyt on hyvä aika kehittää sähkölaboratoriota.

Sähkölaboratorion kehittäminen aloitettiin tutustumalla uuden kampuksen pohjapiirustuksiin ja havainnekuviin. Aloituspalaveri pidettiin sähköalan opettajien kanssa, jossa keskusteltiin nykyisestä sähkölaboratoriosta ja toiveista tulevaan uuteen sähkölaboratorioon.

Ennen kehitysehdotusten tekoa selvitettiin yleisiä asioita liittyen sähkölaboratorioihin sekä tutustuttiin nykyiseen sähkölaboratorioon, sähkölaboratorion laitteisiin ja opiskelijoiden tekemiin töihin.

Tuloksena saatiin kehitysehdotuksia, joita voidaan käyttää uutta sähkölaboratoriota suunnitellessa ja uuden sähkölaboratorion laitteita hankittaessa.

DEVELOPMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING LABORATORY

Syväoja, Markku

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

December 2015

Supervisor: Tuomela, Jorma

Number of pages: 34

Appendices:

Keywords: laboratory, reshaping, proposal

In this thesis, an electric laboratory of Satakunta University of Applied Sciences was developed. Satakunta University of Applied Sciences is going to move to different locations, so it is good time to develop current electric laboratory.

The electric laboratory development was started by investigating new campuses layout and computer modelled pictures. Meeting was held with electric field teachers, things about current laboratory and hopes for the new laboratory were discussed.

Before development proposal was made, common things about electric laboratory were investigated as well as current electric laboratory and laboratory's equipment and student's assignments were explored.

As a result development proposal was made that can be used to design the new laboratory and purchasing new laboratory equipment.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	SÄHKÖLABORATORIOT YLEISESTI	6
2.1	Sähköalan koulutustilat.....	7
2.1.1	Normaalitilat	7
2.1.2	Sähköalan tilat	7
2.1.3	Erikoistilat	8
2.2	Koulutustilojen turvajärjestelmät.....	9
2.2.1	Normaali ja sähköalan tilat.....	9
2.2.1.1	Erotuskytkin	10
2.2.1.2	Hätä-seis-järjestelmä	10
2.2.1.3	Muu erottaminen	11
2.2.1.4	Vikavirtasuojaus	11
2.2.1.5	Pienoisjännitteet	11
2.2.1.6	Suojaerotus	12
2.2.1.7	IT-järjestelmä	12
2.2.1.8	Lisäeristykset ja kosketussuojaus	12
2.2.1.9	Muu suojaus	13
2.2.2	Erikoistilojen suojaukset	13
2.2.2.1	EPA-alue	13
2.2.2.2	Yli 1 kV:n laitteita sisältävät tilat.....	14
3	NYKYINEN SAMKIN SÄHKÖLABORATORIO.....	15
3.1	Työpiste.....	16
3.2	Vaakakone.....	17
3.3	Oskilloskooppi	18
3.4	Vastusvaunu	19
3.5	Taajuusmuuntaja	20
3.6	Muuntaja	21
3.7	Säätömuuntaja.....	22
4	UUDEN SÄHKÖLABORATORION KEHITYSEHDOTUKSET	24
5	YHTEENVETO	32
	LÄHTEET	33

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Satakunnan ammattikorkeakoululle. Satakunnan ammattikorkeakoulu on muuttamassa uusiin tiloihin ja sähkölaboratorion tilat muuttuvat merkittävästi nykyisestä. Uudet tilat ovat nykyistä pienemmät sekä automaatiolaboratorio tulee olemaan samassa tilassa uudella kampuksella. Uudet, pienemmät tilat vaativat nykyisen sähkölaboratorion laitteiston uudistamista ja sähkölaboratoriota on järkevää kehittää samalla näin suuren muutoksen yhteydessä vastaamaan uusien tilojen vaatimuksia.

Työssä etsitään kehityskohteita nykyisessä sähkölaboratoriossa, sähkölaboratorion laitteissa ja opiskelijoiden töissä. Uudesta sähkölaboratoriosta pyritään tekemään helposti muokattava ja laitteista helposti liikuteltavia. Sähkölaboratorion käyttöastetta pyritään korottamaan mahdollistamalla iltaisin työskentely sähkölaboratoriossa.

2 SÄHKÖLABORATORIOT YLEISESTI

Sähkölaboratoriotilat määritellään standardissa SFS 6000-8-803

”Sähkölaboratorio- ja korjaamotiloiksi katsotaan kotitalous- ja vastaavaan käyttöön tarkoitettujen laitteiden kuten pesukoneiden, mikrotietokoneiden, televisioiden ja öljypolttimien yms. korjaamot ja teollisuuden sähkölaitteiden korjaustilat. Annettaessa oppilaitosten luokka- tai työsalitiloissa valmentavaa tai perehdyttävää käytännön koulutusta töihin, joissa esiintyy sähköiskun vaara (laboratoriotyöskentely, asennus- ja mittausharjoitukset, yms.) tulee näiden tilojen sähköasennuksissa noudattaa standardin SFS 6000-8-803 vaatimuksia, mikäli kosketeltavana esiintyy luokan II jännitteitä (vaihtojännitteellä $U > 50 \text{ V}$ ja $\leq 1000 \text{ V}$, tasajännitteellä $U > 120 \text{ V}$ ja $\leq 1500 \text{ V}$).” (SFS 6000-8-803)

Sähkölaboratorio- ja työsalitilat vaativat riittävän suuret ja varusteltuna siten, että käytännön opetus ja harjoittelu on mahdollista toteuttaa. Jokainen opiskelija tai opiskelijapari tarvitsee oman työpisteen, jotta koulutus voidaan toteuttaa laadukkaasti. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

Työsali- ja laboratoriotilat ovat erikoistiloja. Täysin uusien ja uudistettavien tilojen tulee täyttää sen hetkisten standardien vaatimukset. Vanhempien tilojen vaatimukset määräytyvät valmistusaikaisen standardin mukaan. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

Sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002 edellyttää nimeämään kirjallisesti työstä vastaavan henkilön sähkötyötiloihin. Vastaavan henkilön nimi ja yhteystiedot on oltava nähtävillä kyseisissä tiloissa. Jos tiloissa tai laitteistossa on huomautettavaa, on henkilön joka sen havaitsee ilmoitettava siitä tilan vastuuhenkilölle, toimialajohtajalle tai rehtorille välittömästi. Koulutusta ei voida jatkaa ennen kuin ongelmakohta on poistettu, jos vika tai puute on merkittävä. Koulutusta antavan henkilön täytyy varmistaa työtilan turvallisuusasiat ennen kuin työt aloitetaan. Jos henkilöllä ei ole perehdyttämiskoulutusta, joka oikeuttaa tilojen käyttöön, hän ei voi työskennellä työsalissa. (SFS 6002)

Satakunnan ammattikorkeakoululla suoritetaan Sähköturvallisuus-opintojakso ennen ensimmäisten laboratorioharjoitusten aloittamista.

Opetus- ja kulttuuriministeriö vaatii koulutuksen järjestäjältä, että opiskelijoilla on saatavilla tarvittavat työkalut, asianmukaiset henkilökohtaiset suojaimet - ja turvavälineet veloituksetta. Suojavaatteilla ja työturvallisuuden vaatimilla varusteilla tarkoitetaan henkilösuojaimia, jotka määritellään työturvallisuuslain 15 §:ssä. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 15 §)

2.1 Sähköalan koulutustilat

2.1.1 Normaalitilat

Asennuksissa seurataan SFS 6000 standardisarjan vaatimuksia. Kunnossapitotarkastukset on suoritettava riittävän usein kyseisissä tiloissa. Tarkastusten päähuomio on työtiloissa, joissa on suurin vaara mekaaniseen rikkoutumiseen. Vikavirtasuojakytkimet testataan 6 kuukauden välein ja tulokset merkitään muistiin kirjallisesti. (SFS 6000)

2.1.2 Sähköalan tilat

Sähköalan tiloilla tarkoitetaan tiloja, joissa on olemassa valokaaren ja sähköiskun vaara. Näitä ovat sähkötyösalien lisäksi myös muut työpajat ja laboratoriot, joissa käytetään vaatimuksia, jotka koskevat sähkökorjaamoa ja laboratorioita. Tiloissa olevat pistorasiat tulee suojata 30 mA:n vikavirtasuojalla. (SFS 6000-8-803)

Sähköasennuksissa noudatetaan standardin SFS 6000-8-803 Pienjännitesähköasennukset: Osa 8-803: Sähkölaitekorjaamot ja laboratoriot vaatimuksia. (SFS 6000-8-803)

Sähkötyösalien ja laboratoriotilojen tehtävistä, tarkastuksista ja mittauksista täytyy tehdä kunnossapito-ohjelma. Alla olevassa taulukossa olevat tarkastukset ja mittaukset suositellaan tehtäväksi kyseisissä tiloissa. Tarkastusten väliajoissa tulee huomioida laitteiston ikä ja kunto. (SFS 6000-8-803)

Taulukko 1. Sähkötyösalien tarkastukset. (SFS 6000-8-803)

SÄHKÖTYÖSALIEN TARKASTUKSET

TEHTÄVÄ	MITTAUS (M) TARKASTUS (T)	MÄÄRÄAIKA
Merkintöjen ja suojalaitteiden arvojen tarkastus	T	3kk
Mittajohtimien ja siirrettävien laitteiden kunnon tarkastus	T	3kk
Vikavirtasuojien testaus testipainikkeella	T	3kk
Koko asennuksen tarkastus silmämääräisesti	T	1v
Vikavirtasuojien testaus mittalaitteella	M	1v
IT-järjestelmän eristystilan valvontalaitteen testaus	M	1v
Erotuslaitteiden ja hätä – seis toimintojen tarkastus	T	1v
IT-järjestelmän muuntajan eristystilan testaus	M	3v
Lattia- ja pöytäpintojen eristävyysmittaus	M	3v
Koko asennuksen eristystilan mittaus	M	3v
Mittalaitteiden kalibrointi	M	3v

Saadut tulokset merkitään muistiin.

2.1.3 Erikoistilat

Staattiselta sähköltä suojattua aluetta kutsutaan EPA-alueeksi. Alueella käsitellään osia, jotka ovat herkkiä staattiselle sähkölle, siten että vaurioitumisriski, jonka staattinen purkaus tai kentät aiheuttavat ovat hyväksyttävissä. EPA-alueella voi olla esimerkiksi työpöytä, varasto, työskentelyalue, kenttätöskentelyalue tai työasema laitteineen. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

ESD tarkoittaa staattisen sähköön purkautumista, kahden sähköstaattisen potentiaalilin omaavan kappaleen välillä. Purkaus johtuu suorasta kosketuksesta tai staattisen sähkökentän indusoitumisesta. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

ESD tulee kyseeseen lähinnä elektroniikan mittauksissa.

2.2 Koulutustilojen turvajärjestelmät

2.2.1 Normaali ja sähköalan tilat

Normaalitiloilla tarkoitetaan luokka- tai työsalitiloja joissa on vaara valokaarelle tai sähköiskulle. (SFS 6000-8-803)

Sähkölaboratoriotilojen ja -sähköasennusten vaatimuksia käsitellään SFS standardissa 6000-8-803. Pienjännitelaitteiden testauksessa voi esiintyä korkeintaan 10 kV:n jännitteitä, joissa on enintään 10 mA:n kosketusvirta. Tämänlaisia tiloja ovat teollisuuden sähkökorjaamot sekä pesukoneiden, mikrojen, televisioiden, öljypoltin jne. laitteiden korjaustilat. (SFS 6000-8-803)

Oppilaitosten työsalitiloissa, joissa tehdään käytännön koulutusta, joka valmentaa sähkötöihin ja esiintyy vaara valokaarelle tai sähköiskulle ja kosketeltavana esiintyy luokan 2 jännitteitä (vaihtosähköllä $50V < U \leq 1000 V$ ja tasasähköllä $120 V < U \leq 1500 V$), käytetään vaatimuksia standardin SFS 6000-8-803 mukaisesti. Suurjännitetaustalaboratorioita käsitellään standardissa SFS-EN 50191. (SFS 6000-8-803)

Sähkölaboratoriotiloihin tule päästää vain riittävän ammattitaitoiset ja opastetut henkilöt. Maallikot pääsevät vain sähköalan ammattilaisen ollessa mukana. Kulutiet varustetaan kilvillä, joissa kielletään asiattomien henkilöiden pääsy tiloihin. Ovet tulee pitää lukittuina, varsinkin kun tiloissa ei työskennellä. (SFS 6000-8-803)

Toisinaan oppilaitosten sähkölaboratoriot ovat avoimessa tilassa, jolloin ovien lukitseminen ja ulkopuolisten pitäminen laboratorion ulkopuolella on hankalaa. Asiattomien henkilöiden liikkuminen alueella pitää pyrkiä minimoimaan kylteillä ja asiasta huomauttamalla tarpeen vaatiessa.

Standardissa SFS 6000-8-803 käsitellään sähkölaboratorioiden ja sähkötyösaliin pistorasiamerkintöjä. Työpisteissä tulee olla kaavio sähkönsyötön järjestelyistä. (SFS 6000-8-803)

Nykyisessä Satakunnan ammattikorkeakoulun sähkölaboratoriossa pistorasioiden kytkentä on esitetty pelkistetyksi jännitteenjakotaulun etulevyssä. Uudessa sähkölaboratoriossa voisi esittää pistorasioiden täydellisen kytkentäkaavion esimerkiksi jännitteenjakotaulun yläpuolella.

Sähkölaboratorioiden sähköpiirustukset, turvallisuusmerkinnät ja -dokumentit on oltava ajan tasalla aina. Turvallisuusasioita tulee tietoisesti korostaa. Oppilaitoksen esimerkki vaikuttaa suuresti opiskelijoiden asenteeseen ja tapaan toimia myöhemmin. (SFS 6000-8-803)

2.2.1.1 Erotuskytkin

Sähkölaboratoriotilojen työskentelyalueella tulee olla mahdollista katkaista jännite SFS 6000-standardin mukaisesti. Erotuskytkimen tulee olla lukittavaa mallia. Opiskelijan työskentelyä sähkötyösalissa on valvottava jatkuvasti. Standardin vaatimus täytetään yleensä erotuskytkimellä harjoitustyöpisteessä. Jos halutaan erottaa sähkölaboratorion kaikki asennukset samanaikaisesti jännitteettömäksi ja estää uudelleenkytkentä ilman lupaa valvojalta, se voidaan toteuttaa esimerkiksi hätä-seisjärjestelmän lukittavalla kytkentäpainikkeella. (SFS 6000)

2.2.1.2 Hätä-seis-järjestelmä

Oppilaitoksen sähkölaboratoriossa tulee olla hätäkytkentää varten standardin SFS 6000 kohdan mukaiset laitteet, joilla jännitteiden nopea poiskytkentä työskentelyalueelta onnistuu. Hätäkytkimille tulee olla esteettömät kulutiet ja ne tulee olla tunnistettavissa helposti ja käytettävissä. Hätä-seis-kytkimen tulee olla punainen keltaisella taustalla. Kytkimillä tulee olla käyttötilaa ympärillään tarpeeksi. (SFS 6000)

2.2.1.3 Muu erottaminen

Tilapäiskytkentöjen syötöt on varustettava erotuskytkimillä. Erotuskytkimessä tulee olla yksiselitteinen asennon osoitus, jolla kytkentä tehdään jännitteettömäksi. Erotuskytkimen sijaan voidaan käyttää enintään 16 A nimellisvirtaista pistokytöntä. (SFS 6000)

Jos testauspiirissä esiintyy jännitealueen 2 ylittävä jännite (vaihtosähköllä $50V < U \leq 1000 V$ ja tasasähköllä $120 V < U \leq 1500 V$) tai muuten vaarallinen jännite, joka voi jäädä laitteeseen varauksena vaikka syöttö on jo katkaistu, on testauspiirissä oltava varoituskilpi näkyvällä paikalla. Käytettävissä tulee olla kiinteät tai siirrettävät työmaadoitusvälineet. (SFS 6000)

Jos käytetään varauksen automaattista purkauspiiriä, tulee varaus purkaa verkkojännitteen katkettua tai järjestelmään on asennettava vihreä merkkivalo. Merkkivalo syttyy maadoittamisen tapahduttua. (SFS 6000)

2.2.1.4 Vikavirtasuojaus

Kaikkiin sähkölaboratorion enintään 32 A nimellisvirtaisiin pistorasioihin asennetaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojia, paitsi jos ne on liitetty SELV- tai PELV- järjestelmään, IT-järjestelmään tai suojaerotukseen. Automaattista syötön poiskytkentää enintään 30 mA:n vikavirtasuojan avulla voidaan käyttää kaikkiin sähkölaboratorion laitteiden syöttöihin. Vikavirtasuojaa käytetään myös laitteiden syöttöön, joissa on puutteellinen kosketussuoja, kun suojaerotusta ei voida helposti toteuttaa, esimerkiksi kun laitteen teho on yli 2 kVA. Vikavirtasuojalla suojataan laitteita, jotka toimivat vaihtovirralla tai sykkivällä tasavirralla. (SFS 6000)

2.2.1.5 Pienoisjännitteet

Sähkölaboratoriotiloissa käytettävä pienoisjännite tulee toteuttaa SELV- tai PELV-järjestelmällä, joka täyttää vaatimukset standardista SFS 6000. (SFS 6000)

2.2.1.6 Suojaerotus

Suojaerotusta käytetään ensisijaisena suojausmenetelmänä korjattavana olevalle, puutteellisesti kosketussuojatulle laitteelle. Suojaerotukseen voidaan liittää vain yksi korjattava laite kerrallaan. Suojaerotus on ainoa tapa, jolla suojausluokan 0 laite voidaan liittää sähköverkkoon laboratoriossa. Suojaerotusmuuntajan on täytettävä standardin SFS-EN 60742 vaatimukset tai vastaavanlainen. Muuntajassa on oltava oikosulkusuojaus ja poiskytkävä tai hälyttävä ylikuormitussuoja. Jos mittalaite erotetaan häiriöiden takia syötettävästä verkosta, käytetään erillistä suojaerotusmuuntajaa laitteelle. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

2.2.1.7 IT-järjestelmä

IT-järjestelmää syötetään standardin SFS-EN 60742 mukaisella suojaerotusmuuntajalla tai vastaavalla laitteella. IT-järjestelmään voidaan liittää käytettävä mitta- ja huoltolaite sekä korjattava laite. IT-järjestelmä rakennetaan siten, että koko järjestelmän maasulkuvirta on enintään 10 mA. IT-järjestelmää käytettäessä on oltava eristystilan valvontalaite. Eristystilan valvontalaite saattaa aiheuttaa syötön poiskytkennän tai hälytyksen. Poiskytkennän käyttöä suositellaan yleisesti. Poiskytkennän tai hälytyksen suositellaan toimivan eristysresistanssin laskiessa alle 50 k Ω . Hälytyksen tulee antaa helposti työskentely paikalta havaittava hälytys sekä optinen äänihälytys. Äänihälytys voidaan kuitata, mutta optinen hälytys tulee olla näkyvissä niin kauan kuin vika säilyy. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

2.2.1.8 Lisäeristykset ja kosketussuojaus

Sähkölaboratoriossa korjattavassa tai testattavassa laitteessa ei voida aina käyttää kosketussuojaa. Korjaustöissä käytettävissä työkaluissa ja mittalaitteissa on kosketussuojamenetelmänä käytettävä eristystä tai kotelointia kyseisen laitteiden rakennustandardien mukaisesti. Laboratorioissa käytettäviä mittapäitä ja virtapihtejä koskevat standardit SFS-EN 61010-2-031 ja SFS-EN 61010-2-032. Korjattavien laitteiden kokeilut tulee suorittaa kosketussuojattuna. Jos kosketussuojaa ei voida käyttää, tulee käyttää suojuksia ja esteitä tilapäisesti. Jos tilassa esiintyy jännitealueen 2 ylittäviä

korkeintaan 10 kV jännitteitä pienjännitelaitteiden eristyskokeiden aikana, on testattava laite erotettava muusta tilasta siten, että pääsy kosketussuojaamattomiin osiin on estetty. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

Tilapäisiin kytkentöihin kytkentä- ja mittajohtoina suositellaan varsinkin oppilaitosten sähkölaboratorioissa käytettävän rakenteita, jotka estävät koskettamisen. Suojaamattomien mittajohtimien käyttöä tulee välttää. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

2.2.1.9 Muu suojaus

Vikasuojuksella suojaudutaan vaaratilanteilta, jotka aiheutuvat jännitteisten osien tai vikatapauksessa jännitteisiksi tulevien osien ja maan potentiaalissa olevien osien koskettaminen yhtäaikaaisesti. Vikasuojauksella ei suojauduta jännitteisen osan ja nol-lajohtimen tai kahden eri vaihejohtimen koskettamiselta. Vikasuojauksen lisäksi sähkölaitekorjaamoiden, sähkölaboratorioiden, testauspaikkojen lattioiden, työpöytien pintojen on oltava eristäviä. Pöytien rungot saavat olla metallia, jos niillä ei ole yhteyttä maahan. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

2.2.2 Erikoistilojen suojaukset

2.2.2.1 EPA-alue

Tilojen pitäminen vaatimusten mukaisina vaati, että niihin tehdään käyttöönottotarkastusten lisäksi mittauksia määrävälein. Tämän kaltaisia ovat esimerkiksi lattia- ja työtasopintojen maadoitusresistanssin ja yhdistelmäresistanssin mittaus. Maadoitusjohtimien kiinnitys, standardin mukaiset merkinnät ja se, ettei alueelle ole tuotu laitteita tai materiaaleja, jotka voivat aiheuttaa staattisia varauksia, tarkastellaan silmämääräisesti. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

2.2.2.2 Yli 1 kV:n laitteita sisältävät tilat

Koestuspiste tai -paikka on erotettava muusta tilasta. Pysyvä erottaminen voidaan tehdä esimerkiksi seinällä, maadoitetulla metalliverkkoaidalla tai mekaanisella läpinäkyvällä lujalla muovisuojuksella. Kulkureitillä koepaikalle on oltava laite, joka tekee koepaikan jännitteettömäksi. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

Kulkureitillä joka johtaa koepaikalle on oltava ainakin kaksi punaista merkkivaloa, jotka varoittavat vaarallisesta jännitteestä. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

Tilapäisessä erottamisessa koepaikka erotetaan tilan muista osista aidalla, puomilla, eristysaineisella kelta-mustalla ketjulla tai muulla vastaavalla keinolla. Jännitelähteessä tulee olla nopeasti toimiva ylivirtasuojas standardin SFS 6000-8-803 mukaisesti. Lisäksi koepaikalla on oltava ainakin kaksi punaista merkkivaloa, jotka varoittavat vaarallisesta jännitteestä. (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2013)

Yli 1 kV:n tiloja tai laitteita ei uuteen sähkölaboratorioon ole tämän hetken tietojen mukaan tulossa.

3 NYKYINEN SAMK:IN SÄHKÖLABORATORIO

Oppilaitosten sähkölaboratoriot ovat yleensä hallimaisia tiloja, jossa suoritetaan sähköalaan liittyviä mittauksia ja kokeita. Mittauksen kohteena ovat sähkö ja sen vaikutukset sekä sähköön liittyvät muutostilat ja tilanteet. Sähköä analysoidaan usein oskilloskoopilla tai muilla sähköä mittaavilla laitteilla. (Manninen 2013, 2)

Useimmiten sähköstä mitataan jännitettä, virtaa, taajuutta, yliaaltoja, tehoa tai loistehoa. Mittaustuloksista saadaan joko suoraan tai laskemalla tehtyä päätelmiä sähkön laadusta. Mittauksen kohteena laboratoriossa on yleensä moottoreita, generaattoreita, vastuksia, keloja, kondensaattoreita, releitä ja muuntajia. Näillä pystytään simuloimaan sähköverkkoja ja niiden vikatilanteita, joita ei normaalisti esiinny. (Manninen 2013, 2)

Sähkölaboratorion laitteet vievät paljon tilaa, joten niitä ei voida sijoittaa normaalkokoiseen luokkahuoneeseen, vaan tarvitaan pieni- tai keskikokoinen halli. Pelkästään suurempi tila ei riitä, koska sähkökoneet tarvitsevat suuremman sähkönsyötön kuin normaali laboratorio. Esimerkiksi oikosulkumoottori vaatii suuremman sulakkeen ja syötön kuin normaalin laboratorion laitteet. (Manninen 2013, 2)

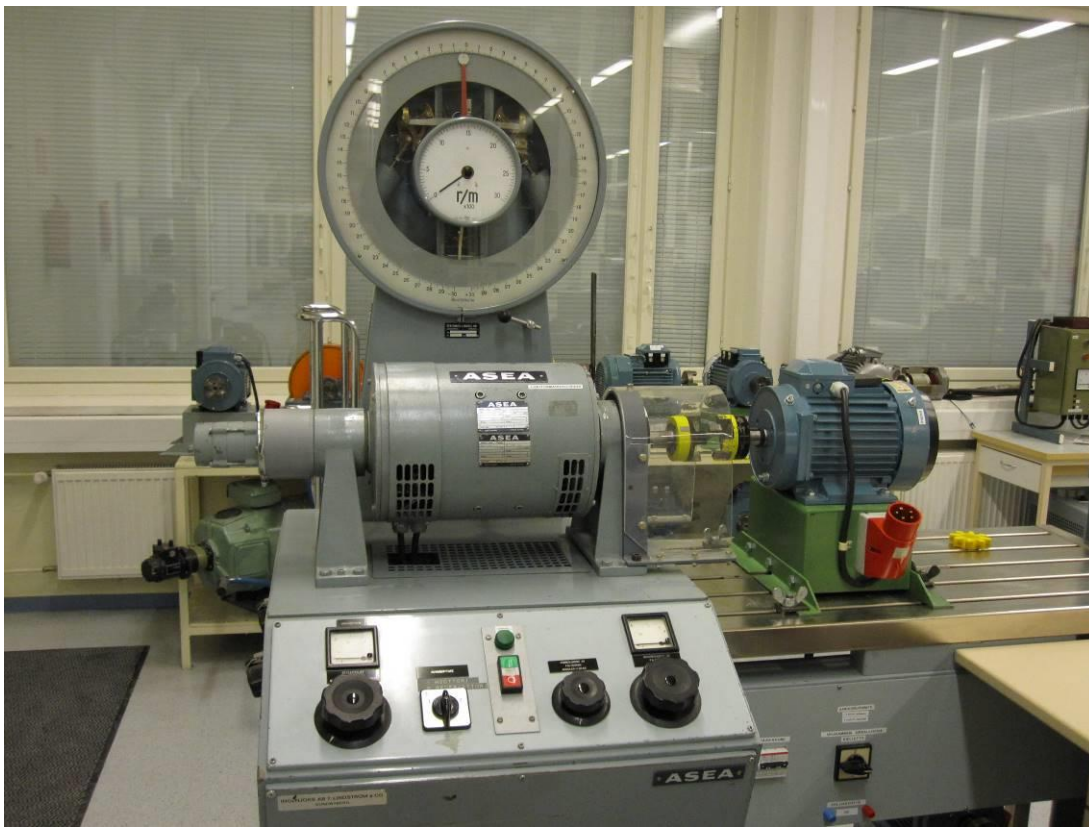
3.1 Työpiste



Kuva 1. Sähkölaboratorion työpiste.

Sähkölaboratorion työpiste koostuu työpöydästä, jolla voidaan rakentaa sähkökytkentöjä. Tietokonetta käytetään raporttien kirjoittamiseen, tiedon hakuun ja joidenkin mittalaitteiden tulosten lukemiseen. Vaakakonetta käytetään sähkömoottoreihin liittyvissä tehtävissä. Jännitteenjakotaulu, josta otetaan sähkö kytkentään. Työpisteessä työskentelee yleensä 2-3 henkilöä. Työpiste on kuvassa 1.

3.2 Vaakakone



Kuva 2. Asea-merkkinen vaakakone.

Vaakakoneessa on säädettävä tasavirtamoottori, jolla voidaan sähkömoottoriharjoituksissa esimerkiksi jarruttaa testattavaa sähkömoottoria ja tällä tavalla luoda moottorille kuormaa. Vaakakoneella voidaan myös tehdä generaattoriharjoituksia pyörittämällä vaakakoneella generaattoria. Vaakakonetta käytetään usein Sähkökoneetkurssilla, Prosessisähköistyksen käynnissäpito-kurssilla ja Sähkökoneiden kunnonvalvontamenetelmät-kurssilla, mutta toisinaan myös muilla sähkölaboratoriossa tehtävillä kursseilla. Vaakakone on kuvassa 2.

3.3 Oskilloskooppi

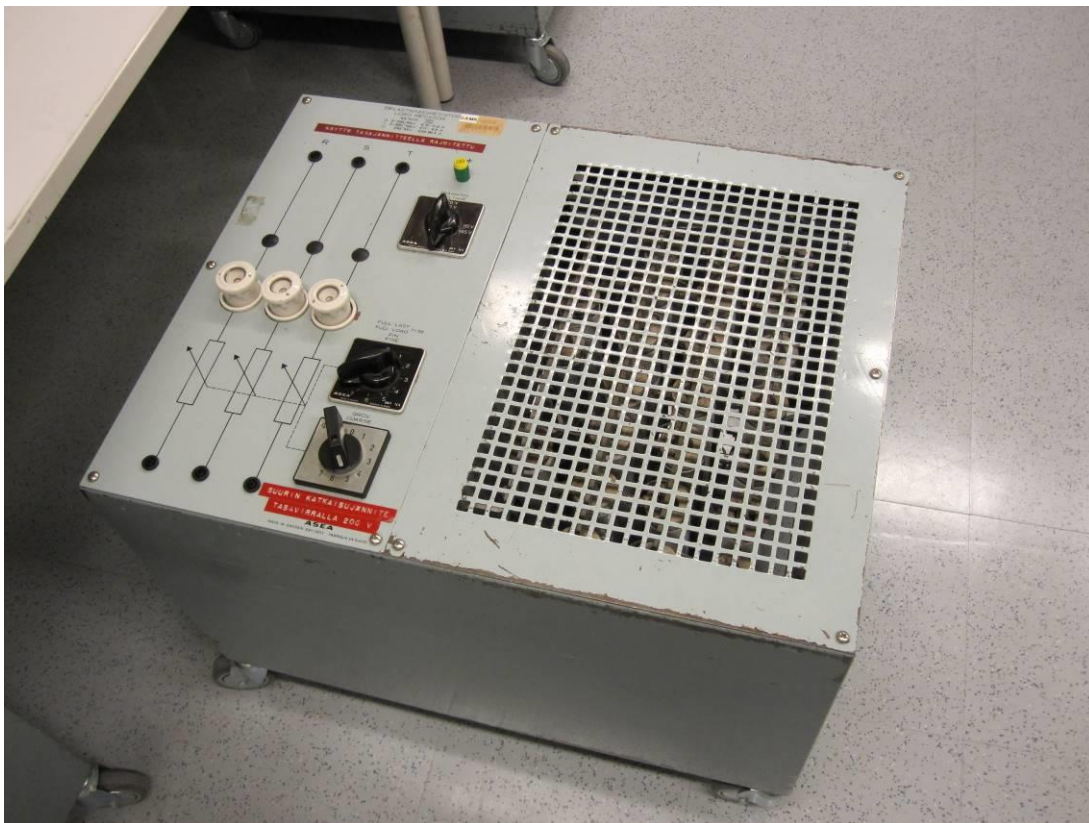


Kuva 3. Fluke 196C oskilloskooppi.

Oskilloskooppi on elektroniikassa ja sähkötekniikassa käytettävä mittalaite, joka piirtää mitattavasta signaalista näytölle kuvaajan, esimerkiksi jännitteestä tai sähkövirrasta. Oskilloskooppeja on kolmea eri tyyppiä, analoginen -, digitaalinen - ja PC-oskilloskooppi. (Sami 2014)

Oskilloskooppina käytetään Fluke:n 196C mittaria, joka on kuvassa 3. Oskilloskooppi on yksi tärkeimmistä mittareista sähkölaboratoriossa. Oskilloskooppia käytetään esimerkiksi jännitteen, virran, taajuuden, yliaaltojen ja laukaisuaikojen mittaamiseen. Oskilloskooppia käytetään lähes kaikissa tehtävissä ja kaikilla kursseilla, joita pidetään sähkölaboratoriossa.

3.4 Vastusvaunu



Kuva 4. Kolmivaiheinen vastusvaunu.

Vastusvaunu on säädettävä resistanssi, jota voidaan käyttää myös kolmivaiheisena. Vastusvaunulla luodaan keinotekoinen kuorma kytkentään. Vastusvaunulla voidaan myös luoda esimerkiksi epäsymmetrinen kolmivaihekytkentä kuormittamalla vain yhtä vaihetta kerrallaan. Vastusvaunua käytetään suurimmassa osassa sähkölaboratorion harjoituksista. Vastusvaunu on kuvassa 4.

3.5 Taajuusmuuttaja



Kuva 5. Vacon taajuusmuuttaja.

Taajuusmuuttajalla voidaan ohjata sähkömoottorin pyörimisnopeutta portaattomasti, jolla parannetaan prosessin säädettävyyttä ja säästetään myös energiaa. Toimintaperiaate taajuusmuuttajalle on, että verkosta tuleva jännite tasasuunnataan. DC-piiri varastoi ja syöttää energiaa invertterille, joka moduloi 3-vaihe- jännitteen moottorille sopivaksi. (Nylund Group 2011)

Taajuusmuuttajia käytetään Tehoelektroniikan perusteet-kurssilla, Sähkökoneiden kunnonvalvontamenetelmät-kurssilla ja Sähkökäytöt-kurssilla. Käytettävissä on taajuusmuuttajia ABB:ltä ja Vacon:ilta. Taajuusmuuttaja on kuvassa 5.

3.6 Muuntaja



Kuva 6. Harjoitustöissä käytettäviä muuntajia.

Muuntaja on sähkölaite, jossa ei ole ollenkaan liikkuvia osia. Toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon, joten se toimii ainoastaan vaihtovirralla. Muuntajan päätehtävä on muuntaa jännitettä korkeammaksi tai matalammaksi. Samalla muuntajan tehtävä on erottaa galvaanisesti toisistaan virtapiirit, joiden kesken kuitenkin tapahtuu energiansiirtoa. Eräs syy vaihtovirtaverkon suosioon sähköjakelussa on se, että muuntajalla on helppo muuttaa jännitteen tasoa hyvällä hyötysuhteella. (Trafo-mic Oy)

Muuntajaa käytetään lähinnä vain Sähköjakelujärjestelmät-kurssin muuntaja tehtävässä. Muuntaja tehtävässä harjoitellaan muuntajan kytkentää ja suoritetaan mittauksia muuntajasta. Muuntaja on kuvassa 6.

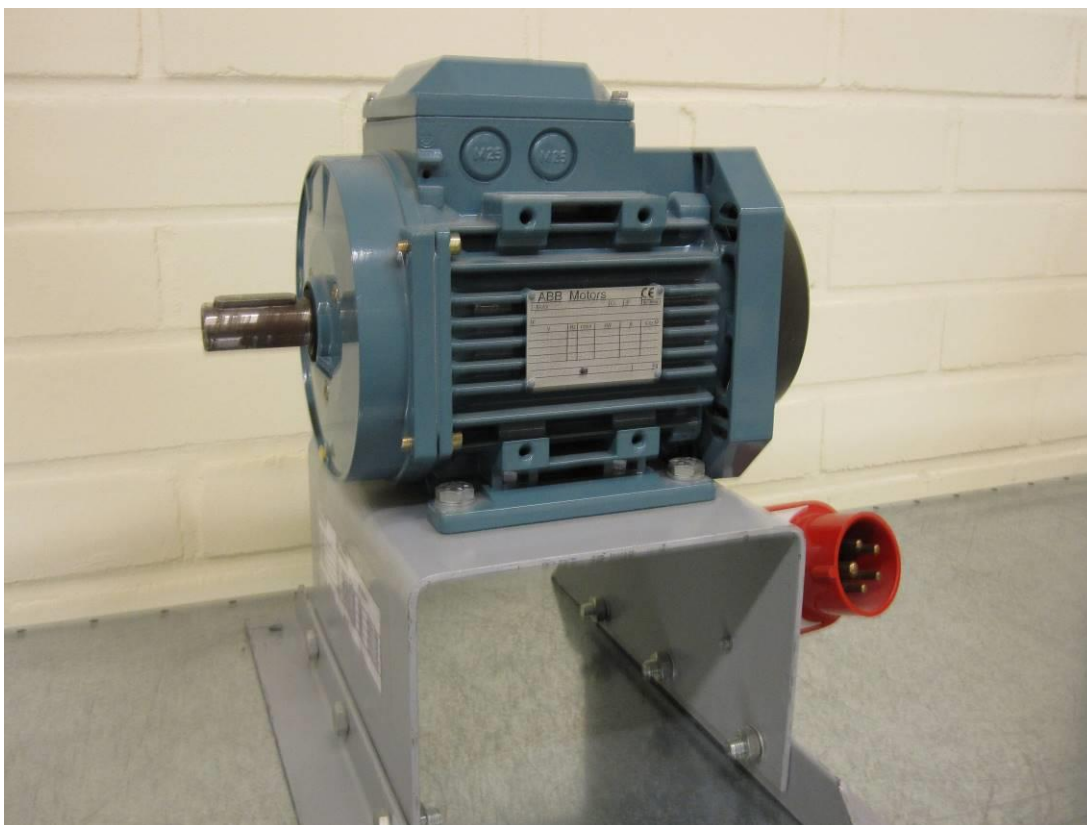
3.7 Säättömuuntaja



Kuva 7. Työpisteen vierestä löytyvä säättömuuntaja.

Säättömuuntajalla voidaan säätää syötettävää jännitettä halutuksi, tilanteissa joissa ei voida tai ei haluta käyttää normaalia 230V/400V jännitettä. Säättömuuntajaa tarvitaan suurimmassa osassa sähkölaboratorion harjoituksista. Säättömuuntaja on kuvassa 7.

3.8 Sähkömoottori



Kuva 8. ABB:n oikosulkumoottori.

Sähkömoottori on laite, joka muuttaa sähköenergiaa liike-energiaksi. Sähkömoottorin toiminta perustuu sähköisiin magneetteihin, jotka voidaan kytkeä päälle ja pois. Sähkömoottori muodostuu kahdesta perusosasta, akselin mukana pyörivästä roottorista ja paikallaan pysyvistä staattorista. Sähköinen magneettikenttä voidaan saada aikaan staattorissa tai roottorissa. Vastaparina voidaan käyttää toista sähkömagneettia tai kestopagneettia. (Motiva Oy 2014)

Sähkömoottoreita käytetään Sähkökoneet-kurssilla, Sähkömittaustekniikan-kurssilla, Tehoelektroniikan-kurssilla, Prosessisähköistyksen käynnissäpito-kurssilla, Sähkökoneiden kunnonvalvontamenetelmät-kurssilla ja Sähkökäytöt-kurssilla. Harjoitustehtäviä tehdään oikosulkumoottoreilla, kestopagneettimoottorilla, vaihdemoottorilla, tasavirtakoneella ja tahtikoneella. Suuri osa koneista on ABB:n valmistamia ja teholtaan 1.5kW. Sähkömoottori on kuvassa 8.

4 UUDEN SÄHKÖLABORATORION KEHITYSEHDOTUKSET

Uuden kampuksen sähkölaboratorio on fyysisesti pienempi kuin nykyisen kampuksen vastaavat tilat. Lisäksi samoihin tiloihin sijoitetaan automaatiolaboratorio, jolloin nykyisten sähkö- ja automaatiolaboratorioiden laitteet eivät mahdu uuden kampuksen tiloihin. Osittain vanhentunut laitteisto kaipaa myös päivittämistä sekä työohjeet ja töiden raportointi uudistamista.

Tilojen koosta johtuen työpisteiden tulisi olla helposti liikuteltavissa ja muokattavissa käyttötarkoitusten mukaisesti. Työpöydissä tulisi olla pyörät alla, jotta niiden siirteleminen olisi helpompaa. Esimerkiksi Festo ja IS-VET tarjoavat valmiita työpisteratkaisuja oppilaitoksille, helposti liikuteltavissa olevia ja muokattavia ratkaisuja. Työpisteet ovat helposti siirrettävissä pois tieltä, kun niitä ei tarvita ja tarvittaessa takaisin esille. Työpisteen laitteet voi vapaasti valita tarpeen mukaan. Koska samoissa tiloissa pidetään sekä sähkö- että automaatiolaboratorioita voidaan käyttämättömät työasemat sijoittaa tilan reunoille tarpeen mukaan ja ottaa esille vain tarvittavat työpisteet ja laitteet. Festo:n työpiste on kuvassa 9 ja IS-VET:een työpiste on kuvassa 10.



Kuva 9. Festo:n Swing työpiste. (Festo Oy 2015)



Kuva 10. IS-VET:n siirrettävä työasema. (IS-VET Oy 2015)

Myös Teklab tarjoaa laboratoriotyöpisteitä oppilaitoksille. Teklab:in työpisteiden etupaneeleihin voidaan integroida mittalaitteita. Työpisteeseen kannattaisi integroida laitteita, joita tarvitaan usein laboratorioharjoituksia tehdessä. Esimerkiksi kahta yleismittaria ja oskilloskooppia tarvitaan todella usein. Muut laitteet voisi edelleen hakea laitekaapeista. Teklab:in työpiste kuvassa 11.



Kuva 11. Teklab'in työpiste. (Teklab Oy 2015)

Sähkömoottoreita kuormitetaan vanhoissa tiloissa vaakakoneilla, jotka vievät paljon tilaa sähkölaboratoriosta eivätkä ole mitenkään liikuteltavissa. Vaakakoneet tulisi korvata nykyaikaisilla servomoottori ratkaisulla, jotka ovat huomattavasti pienempiä ja helposti liikuteltavissa sekä monipuolisemmin säädettävissä ja analysoitavissa. Myös nykyiset sähkömoottorit tulisi korvata huomattavasti pienempi kokoisilla sähkömoottoreilla paremman liikuteltavuuden vuoksi. Festo:n servomoottori on kuvassa 12 ja Festo:n oikosulkumoottori on kuvassa 13.



Kuva 12. Feston servomoottori. (Festo Oy 2015)



Kuva 13. Feston oikosulkumoottori. (Festo Oy 2015)

Laboratorioharjoituksia tehdessä työohjeet muodostavat merkittävän osan harjoitusten mielekkyyteen, hyvin tehty työohje antaa hyvät lähtötiedot harjoituksen tekemiseen ja kuvaa harjoitusten työt ja vaiheet kunnolla. Kun opiskelija tietää harjoituksen tarkoituksen ja tavoitteet on harjoituksen aloittaminen mielekästä. Huonosti tehty työohje herättää enemmän kysymyksiä ja vaatii opettajan selittämään harjoitus-työn etenemisen ja lähtökohdat.

Nykyisissä työohjeissa on paljon epäselviä ohjeita ja tehtäviä, jotka vaativat usein opettajan selvennystä. Selkeämmillä tehtävänannoilla ja ohjeilla säästettäisiin paljon opettajien ja oppilaiden aikaa, joka kuluu näiden selvittämiseen. Harjoituksissa on myös jonkun verran kohtia, joita ei tehdä enää nykyään.

Osassa sähkölaboratorion työohjeissa ongelmana on harjoitusten lähtötilanteen selkeys, usein harjoitustyön tekeminen vaikeutuu heti alussa, koska työn lähtötilanne ei ole täysin selvä. Laboratorioharjoitusten alussa töitä valvovilla opettajilla on töiden jaossa tekemistä, jonka lisäksi osa ryhmistä ei tahdo saada harjoituksen tekemistä alkuun työohjeiden puutteista johtuen. Varsinkin ensimmäisen harjoitustyön alkutilanteeseen tulisi kiinnittää huomiota työohjetta laatiessa.

Laboratorioharjoituksia tehdessä tulee usein ongelmia tiettyjen mittalaitteiden ominaisuuksien kanssa, esimerkiksi oskilloskoopilla käynnistyshetken virran mittaaminen. Mittalaitteiden ominaisuuksista voisi moodleen luoda kirjallisen ohjeen eniten

ongelmia aiheuttaviin ongelmiin, josta oppilaat voisivat omatoimisesti lukea ohjeen. Toinen mahdollinen keino olisi neuvoa videoilla kyseisten asioiden mittaaminen.

Osa laboratorioharjoitusten työohjeista on kirjoitettu englanniksi, joka on varsin hyvä idea kansainvälistyvässä maailmassa. Ongelmaksi osalle ryhmistä muodostuu puutteellinen kielitaito, harjoitustyön tekeminen kestää huomattavasti oletettua kauemmin pelkästään kielitaidon puutteiden takia. Huomattavasti parempi ratkaisu olisi lisätä jokaiseen harjoitustyöhön pieni englanninkielinen osuus, sen sijaan että osa harjoitustöistä on kokonaan vieraalla kielellä.

Työohjeissa on usein merkitty tarvittavan laitteen nimi ja paikan numero laboratorion säilytystiloissa. Osassa työohjeista nämä tiedot ovat puutteellisia tai vanhentuneita. Esimerkiksi työohjeessa mainittua laitetta ei enää ole tai laite on rikkoontunut ja korjattavana. Työohjeeseen voisi merkitä useampia laitteita, jotka ovat keskenään vastaavia ja voidaan hyödyntää samassa tarkoituksessa. Työohjetta ei myöskään tarvitse päivittää vaikka yksi laitteista menee rikki, koska työohjeeseen on merkattu valmiiksi vastaava laite.

Joissain harjoitustehtävissä tarvitaan esimerkiksi tahtikonetta, joita löytyy kaksi kappaletta koululta ja useammalla ryhmällä on pelkästään kyseinen harjoitus tekemättä, jolloin osalle ryhmistä ei riitä konetta sillä viikolla. Kyseinen ongelma olisi helposti korjattavissa varauslistalla. Ryhmät varaisivat tietyn laitteen seuraavaksi viikoksi, varauslista on käytössä esimerkiksi fysiikan laboratorio harjoituksissa.

Sähköjaketelujärjestelmät-kurssilla tehdään muuntajaan liittyvä harjoitustyö. Muuntajan kytkentä on varsin hankala työvaihe, joten työohjeessa olisi hyvä olla koululta löytyvän muuntajan suuntaa antava kytkentäkaavio helpottamaan liitännöjen tunnistusta. Sama ongelma koskee Tehoelektroniikan perusteet-kurssilla tehtävää tyristorisuuntaaja harjoitusta, liitinmerkintöjen perusteella kytkeminen on hyvin vaikea tehdä ilman opettajan apua.

Laboratorio harjoituksia pystyy tekemään vain niille varattuina aikoina, esimerkiksi iltaisin omatoimisesti ne eivät onnistu, koska harjoitukset vaativat opettajan valvontaa. Jos harjoitustyöt voitaisiin tehdä alle 50 voltin vaihtojännitteellä, harjoitustöitä

voisi tehdä myös omatoimisesti varsinaisten laboratoriovuorojen ulkopuolella. Suurin ongelma lienee sähkömoottorit, joita ei juuri ole saatavissa riittävän pienille jännitteille. Esimerkiksi 230V/400V oikosulkumoottoria kannattaisi testata 50 voltin käyttöjännitteellä ja selvittää toimiiko moottori huomattavasti alennetulla jännitteellä ja saadaanko alennetulla jännitteellä selvitettyä harjoitustöissä vaadittavia ilmiöitä esille.

Sähkökoneet-kurssilla tehdään harjoituksia oikosulkumoottorilla, tahtikoneella ja tasavirtakoneella. Erilaisten moottoreiden testaaminen on mielenkiintoista, joten olisi hyvä, jos kurssilla olisi enemmän erilaisia moottoreita. Esimerkiksi vapaavalintaisella Sähkökäytöt-kurssilla tutustutaan kestopagneettimoottoriin, jota olisi mukava päästää testaamaan. Harjoitukset voisivat olla hieman nykyistä lyhyempiä, mutta erilaisia moottoreita olisi useampi.

Monien mittalaitteiden antamia tuloksia voidaan tulkita ja analysoida tietokoneen ruudulta. Tulosten ja analyysin lisääminen työraporttiin onnistuu helpoiten suoraan tietokoneelta. Ongelmaksi usein muodostuu yhteyden luominen mittalaitteen ja tietokoneen välille. Joissain laitteista on vanha sarjaporttiin perustuva liitäntä, joka toimissaankin on nykypäivänä hidas. Esimerkiksi oskilloskoopissa ongelmaksi muodostuu mittalaitteeseen kiinnitettävä liitin, joka usein on murtunut rikki. Lisäksi koneisiin on usein asennettu monta Fluke:n valmistamaa ohjelmaa, joita käytetään eri mittareiden tulosten lukemiseen. Työohjeessa voisi mainita tietokoneohjelman nimen, jota käytetään kyseisen mittarin kanssa. Toisinaan on hankala tietää onko kyseessä väärä tietokoneohjelma vai johtuuko ongelma tietokoneen ja mittalaitteen välisestä yhteydestä.

Työohjeen alussa voisi olla harjoitustyöhön liittyviä teoreettisia tehtäviä ja laskuja, jolloin opiskelijoiden olisi muisteltava heti harjoitusten alussa työhön liittyvää teoriaa. Aktiivisimmat opiskelijat voisivat tietenkin tehdä teoriaosuuden etukäteen omalla ajalla.

Nykyisessä laboratoriossa työraportit tulostetaan ja esitellään paperilla opettajalle joka on hieman turha toimenpide. Työraportit voitaisiin esitellä opettajalle suoraan tietokoneen näytöltä tai verkkoon liitetyllä videotykillä valkokankaalla.

Nykyisistä työohjeista saisi pienillä muutoksilla tehtyä hiukan paremmat. Oppilaiden työskentely laboratorioissa olisi entistä mielekkäämpää ja opettajille jäisi enemmän aikaa varsinaiseen opetus- ja valvontatyöhön.

5 YHTEENVETO

Työssä etsittiin kehitysehdotuksia Satakunnan ammattikorkeakoulun uuden kampuksen sähkölaboratorioon. Aloituspalaverissa selvitettiin kyseisissä tiloissa opettavien opettajien toiveet liittyen uuden kampuksen sähkölaboratorioon. Seuraavaksi tutustuttiin sähkölaboratorioihin yleisellä tasolla sekä nykyiseen sähkölaboratorioon, sähkölaboratorion laitteisiin ja opiskelijoiden töihin.

Opinnäytetyötä tehdessä uuden kampuksen sähkölaboratorion laitteistoa suunniteltiin ja lopullisesti uuden laboratorion laitteistoa ei ole päätetty. Kehitysehdotukset palautettiin käytettäväksi ennen tämän opinnäytetyön valmistumista.

Opinnäytetyössä esiin tulleita kehitysehdotuksia on mahdollista hyödyntää uutta sähkölaboratoriota rakennettaessa ja suunniteltaessa.

Opinnäytetyössä tutustuin sähkölaboratorion määritelmiin ja standardeihin, joissa määritellään sähkölaboratorioon liittyvät vaatimukset. Opinnäytetyön aikana opin etsimään kehitettäviä kohteita oppilaitoksen sähkölaboratoriosta, joka on jo valmiiksi toimiva kokonaisuus.

LÄHTEET

Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy. 2013. Sähkö-, työ- ja sähkötyöturvallisuuden TOIMINTAOHJE 2013. Viitattu 17.11.2015. www.seti.fi/doc/toimintaohje_2013.pdf

SFS 6002. Sähköturvallisuus. 2015. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 19.11.2015. <http://www.sfs.fi>

SFS 6000. Pienjännitesähköasennukset. 2012. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 19.11.2015. <http://www.sfs.fi>

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. 15 §. Henkilönsuojainten, apuvälineiden ja muiden laitteiden varaaminen käyttöön. 2012. Viitattu 19.11.2015. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#a738-2002>

Manninen, Niko. 2013. Sähkölaboratorion suunnittelu. AMK-opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Viitattu 17.11.2015. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/55750/Manninen_Niko.pdf?sequence=1

Sami. Oskilloskoopin käyttöohje. Opiskelua elektroniikka-asentajaksi. 14.10.2014. Viitattu 17.11.2015. <https://camihilli.wordpress.com/2014/10/14/oskilloskoopin-kayttoohje/>

Nylund Group. 2011. Taajuusmuuttaja säästää sähköä. Viitattu 17.11.2015. <http://www.nylund.fi/fi/yritys/ajankohtaista/asiantuntija-artikkeleita/taajuusmuuttaja-saastaa-sahkoa.html>

Trafomic Oy. Muuntaja yleisesti. Viitattu 17.11.2015. <http://www.trafomic.fi/muuntaja>

Motiva Oy. 2014. Sähkömoottorityypit. Viitattu 17.11.2015.
http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot/sahkomoottorityypit

Festo Oy. 2015. Customised electrical engineering workplaces. Viitattu 17.11.2015.
<http://www.festo-didactic.com/fi-fi/equipment-sets/551/customised-electrical-engineering-workplaces.htm?fbid=ZmkuZmkuNTQ4LjIwLjE4LjU1MS43ODM4>

IS-VET Oy. 2015. Sähkökonelaboratorio. Viitattu 18.11.2015.
<http://www.isvet.fi/assets/Uploads/terco-electrical-machines-lab-suomi-netti.pdf>

Teklab Oy. 2015. Heavy duty – Työpisteet. Viitattu 22.11.2015.
<http://www.teklab.fi/suomi/ratkaisut/ratkaisut-oppilaitoksille/tyopistemallit/heavy-duty-tyopisteet.aspx>

Festo Oy. 2015. Electric machines. Viitattu 17.11.2015. <http://www.festo-didactic.com/fi-fi/equipment-sets/electronics-plc/electrical-drives/electric-machines.htm?fbid=ZmkuZmkuNTQ4LjIwLjE4Ljc2N>

